

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 9 月 15 日(15.09.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/111334 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 33/48 (2010.01) H01S 5/022 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001178
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 1 日(01.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-054418 2010 年 3 月 11 日(11.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP). 東芝マテリアル株式会社 (TOSHIBA MATERIALS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2358522 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中川 勝利 (NAKAGAWA, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 大屋 恭正 (OOYA, Ya-

sumasa) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 船山 欣能 (FUNAYAMA, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 碓井 大地 (USUI, Daichi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サクラ国際特許事務所 (SAKURA PATENT OFFICE, p.c.); 〒1010046 東京都千代田区神田多町二丁目 1 番地 神田東山ビル Tokyo (JP).

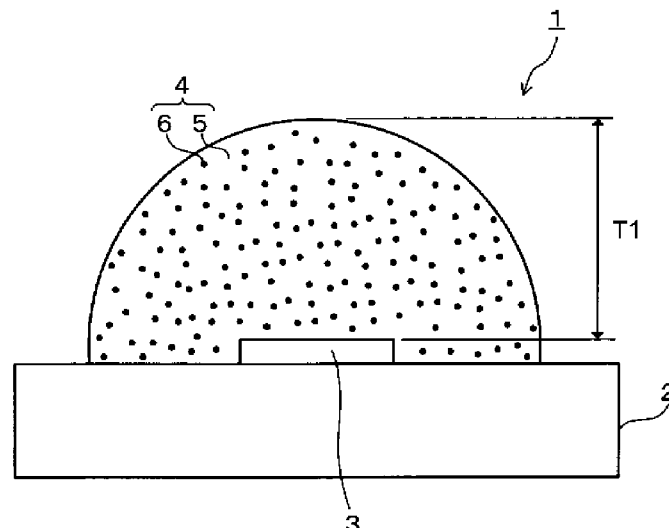
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 発光装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a light-emitting device (1) provided with a planar alumina substrate (2), a semiconductor light-emitting element (3) mounted on the alumina substrate (2), and a phosphor layer (4). The phosphor layer (4) is provided with a silicone resin layer (5) disposed so as to cover the upper surface and the side surfaces of the semiconductor light-emitting element (3), and a phosphor (6), which emits visible light by being excited by means of the light emitted from the semiconductor light-emitting element (3). The phosphor (6) is dispersed in the silicone resin layer (5). The alumina substrate (2) has a water absorption rate of 5% to 60% inclusive, and the adhesion strength between the alumina substrate (2) and the silicone resin layer (5) is 1N or more.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/111334 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

実施形態の発光装置 1 は、平板状のアルミナ基板 2 と、その上に実装された半導体発光素子 3 と、蛍光体層 4 とを具備している。蛍光体層 4 は、半導体発光素子 3 の上面及び側面を覆うように設けられたシリコン樹脂層 5 と、半導体発光素子 3 から出射された光により励起されて可視光を発光する蛍光体 6 とを有している。蛍光体 6 はシリコン樹脂層 5 中に分散されている。アルミナ基板 2 は 5 % 以上 60 % 以下の吸水率を有し、かつアルミナ基板 2 とシリコン樹脂層 5 との密着強度が 1 N 以上とされている。

明 細 書

発明の名称 ： 発光装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、発光装置に関する。

背景技術

[0002] 発光ダイオード（ＬＥＤ）を用いた発光装置は、液晶表示装置のバックライト、信号装置、スイッチ類、車載用ランプ、一般照明等の照明装置に幅広く利用されている。特に、ＬＥＤと蛍光体とを組合せた白色発光型のＬＥＤランプ（白色ＬＥＤランプ）は、液晶表示装置のバックライトや車載用ランプ等に加えて、白熱電球や蛍光ランプを用いた照明器具の代替品として注目されており、白色照明器具として実用化が進められている。

[0003] 白色ＬＥＤランプとしては、青色発光のＬＥＤチップと黄色蛍光体（ＹＡＧ等）とを組合せたＬＥＤランプと、発光波長が３６０～４４０ｎｍ程度の近紫外発光のＬＥＤチップと青、緑、赤の各蛍光体の混合物（ＢＧＲ蛍光体）とを組合せたＬＥＤランプとが知られている。後者の白色ＬＥＤランプにおいては、ＬＥＤチップを封止する透明樹脂中に蛍光体を分散させて蛍光体層を形成し、ＬＥＤチップから出射される近紫外光を蛍光体で長波長の光に変換して白色光等の所望の色の可視光を得ている。

[0004] 後者の近紫外発光のＬＥＤチップを用いた白色ＬＥＤランプは、前者に比べて色再現性や演色性に優れるものの、発光効率に劣るという難点を有している。このようなＬＥＤランプが発光効率の点で不利となる理由はいくつかあるが、そのうちの１つとして蛍光体層の膜厚が厚いことが挙げられる。ＬＥＤチップから出射される近紫外光は可視光よりもエネルギーが強く、ＬＥＤランプを構成する樹脂等の周辺部品を劣化させるおそれがある。また、近紫外光がＬＥＤランプから漏れ出ると、人体等に悪影響を及ぼすおそれがある。このため、ＬＥＤチップから出射される近紫外光を蛍光体でできるだけ吸収させるために、透明樹脂と蛍光体とで構成される蛍光体層の厚さを十分

に厚くしている。

- [0005] LEDランプでは基板とリフレクタとを組み合わせた構造が主流となっているが、蛍光体層の近くにリフレクタがあると、蛍光体から出射された可視光がリフレクタに反射されて蛍光体層に戻される確率が高くなる。蛍光体層に戻された可視光は蛍光体粒子同士の多重光反射により損失されるため、発光効率的には不利な構造となる。多重光反射による損失を軽減するために、リフレクタを廃したランプ構造の適用が検討されている。基板上にLEDチップとそれを覆う蛍光体層のみを配置したLEDランプによれば、蛍光体層の上部のみならず側面からも光を取り出すことができるため、発光効率を高めることが可能となる。リフレクタを排除したLEDランプにおいては、蛍光体層を構成する透明樹脂と基板との密着強度を向上させることが望まれている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：国際公開第2009/037848号パンフレット
特許文献2：特開2008-147610号公報

発明の概要

- [0007] 本発明が解決しようとする課題は、蛍光体層を構成するシリコン樹脂とアルミナ基板との密着強度を高めることによって、信頼性を向上させた発光装置を提供することを目的としている。
- [0008] 実施形態の発光装置は、平板状のアルミナ基板と、アルミナ基板上に実装された半導体発光素子と、半導体発光素子から出射された光を可視光に変換する蛍光体層とを具備する。蛍光体層は、半導体発光素子の上面及び側面を覆うように設けられたシリコン樹脂層と、シリコン樹脂層中に分散され、半導体発光素子から出射された光により励起されて可視光を発光する蛍光体とを備える。アルミナ基板は5%以上60%以下の吸水率を有する。アルミナ基板とシリコン樹脂層との密着強度は1N以上とされている。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態による発光装置を示す断面図である。

[図2]図1に示す発光装置の変形例を示す断面図である。

[図3]図1に示す発光装置の他の変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、実施形態の発光装置について、図面を参照して説明する。図1は実施形態による発光装置の構成を示す断面図である。同図に示す発光装置1は、平板状のアルミナ基板2と、アルミナ基板2上に実装された半導体発光素子3と、半導体発光素子3から出射された光を可視光に変換して発光する蛍光体層4とを具備している。

[0011] 半導体発光素子3としては、LEDチップやレーザダイオード(LED)チップ等が用いられる。半導体発光素子3の具体例としては、紫外発光のLEDチップ、紫色発光のLEDチップ、青紫色発光のLEDチップ、青色発光のLEDチップ、同様な発光色を有するLEDチップ等が挙げられる。LEDチップにはInGaN系、GaN系、AlGaIn系等の発光ダイオードが用いられる。アルミナ基板2はその表面（さらに必要に応じて内部）に配線網（図示せず）が設けられており、これらによって配線基板を構成している。アルミナ基板2の表面には、図示を省略した第1及び第2の電極が設けられている。

[0012] 半導体発光素子3は、例えばその下部電極が第1の電極と電氣的に接続されるように、アルミナ基板2上に実装されている。半導体発光素子3の上部電極は、アルミナ基板2の第2の電極（図示せず）とボンディングワイヤ（図示せず）を介して電氣的に接続される。半導体発光素子3の電極は、それぞれボンディングワイヤを介してアルミナ基板2の第1及び第2の電極と電氣的に接続するようにしてもよい。このような電氣的接続構造によって、半導体発光素子3には直流電圧が印加される。半導体発光素子3は、アルミナ基板2上に複数実装されていてもよい。

[0013] アルミナ基板2上に実装された半導体発光素子3は、蛍光体層4で覆われ

ている。蛍光体層 4 は、半導体発光素子 3 の上面及び側面を覆うように設けられたシリコン樹脂層 5 と、シリコン樹脂層 5 中に分散された蛍光体 6 とを備えている。蛍光体層 4 は、半導体発光素子 3 から出射される光により励起されて所望の可視光を発光する蛍光体 6 を有している。発光装置 1 に印加された電気エネルギーは、半導体発光素子 3 で所望の波長の光に変換され、さらに蛍光体 6 でより長波長の光に変換されて外部に放出される。

[0014] 半導体発光素子 3 から発光される光が青色光等の可視光である場合には、半導体発光素子 3 からの発光と蛍光体 6 からの発光が混色されて放出されることによって、総計として所望の色の可視光（例えば白色光）が得られる。半導体発光素子 3 から発光される光が紫外光や紫色光等の短波長の光である場合には、複数種の蛍光体粒子で構成される蛍光体 6 から発光される光が混色されて放出されることによって、総計として所望の色の可視光（例えば白色光）が得られる。アルミナ基板 2 の表面にはリフレクタ等を設けておらず、半導体発光素子 3 と蛍光体層 4 のみが配置されている。従って、この実施形態の発光装置 1 においては、蛍光体層 4 の全表面から所望の可視光が取り出される。

[0015] 蛍光体層 4 の形状は、その全表面から可視光を取り出すことが可能なものであればよく、特に限定されるものではない。図 1 は半球状の蛍光体層 4（蛍光体 6 が分散されたシリコン樹脂層 5）を示している。蛍光体層 4 の形状は、図 2 に示すような円柱状、あるいはオーバル柱状であってもよい。さらに、蛍光体層 4 の平面形状は四角形や多角形であってもよいが、発光装置 1 から発光される可視光を均一に分散させる上で、球状や楕円状（全体形状としては半球状、円柱状、オーバル柱状等）であることが好ましい。

[0016] 蛍光体層 4 の厚さ（半導体発光素子 3 の上面上における厚さ T_1 ）は $0.1 \sim 2 \text{ mm}$ の範囲であることが好ましい。蛍光体層 4 の厚さ T_1 が 0.1 mm 未満であると、紫外光等が蛍光体層を透過しやすくなる。一方、蛍光体層 4 の厚さ T_1 が 2 mm を超えると、蛍光体 6 の発光が蛍光体膜 4 の内部で多重散乱して発光効率が低下しやすい。

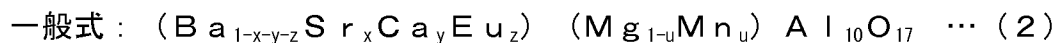
- [0017] 発光装置 1 の発光色は、半導体発光素子 3 の発光波長と蛍光体 6 との組合せにより決定される。半導体発光素子 3 の発光ピーク波長は特に限定されるものではない。蛍光体層 4 と組合せて白色光等の各色の光を得る上で、紫外光から青色光までの各種の発光波長を有する半導体発光素子 3 を用いることができる。半導体発光素子 3 の発光のピーク波長は 350～480 nm の範囲であることが好ましい。特に、発光ピーク波長が 360～440 nm の範囲の紫外乃至紫色発光の半導体発光素子（以下では、紫外発光の半導体発光素子と総称する）3 を用いることが好ましく、さらに発光ピーク波長が 360～410 nm の範囲の半導体発光素子 3 を用いることがより好ましい。
- [0018] 蛍光体層 4 は所望の発光色を得るための蛍光体 6 を有している。目的とする発光色を得るために、青色蛍光体、緑色蛍光体、赤色蛍光体等の各色の蛍光体を使用することができる。白色発光の発光装置 1 を実現するためには、例えば青色発光の半導体発光素子 3 と黄色蛍光体（YAG 等）との組合せ、あるいは紫外発光の半導体発光素子 3 と青色蛍光体、緑色蛍光体、及び赤色蛍光体の混合蛍光体（BGR 蛍光体）との組合せが適用される。この実施形態は白色発光タイプの発光装置 1 に適用することが好ましく、特に紫外発光の半導体発光素子 3 と BGR 蛍光体とを組合せた発光装置 1 に好適である。
- [0019] 紫外発光の半導体発光素子 3 と BGR 蛍光体とを組合せた発光装置 1 において、蛍光体 6 は半導体発光素子 3 から出射された光（例えば紫外光や紫色光）を吸収し、青色光を発光する青色（B）蛍光体、緑色光を発光する緑色（G）蛍光体、及び赤色光を発光する赤色（R）蛍光体の混合蛍光体で構成される。BGR 蛍光体は同じ色の蛍光体を 2 種類以上含んでもよいし、また青、緑、赤以外の発光色を有する蛍光体（例えば黄色蛍光体、橙色蛍光体、深赤色蛍光体等）を補助的に含んでもよい。緑色蛍光体に代えて黄色（Y）蛍光体を使用してもよい。蛍光体 6 としては、BGR 又は BYR 蛍光体を使用することが好ましい。BGR 又は BYR 蛍光体のような混合蛍光体は、予め各蛍光体を結合剤で結合した状態でシリコーン樹脂層 5 中に分散させてもよい。

[0020] BGR蛍光体を構成する各蛍光体の一例を以下に示すが、蛍光体層4を構成する蛍光体6は下記の蛍光体に限定されるものではない。青色蛍光体としては、発光のピーク波長が430～460nmの範囲の蛍光体がいられ、例えば式(1)で表される組成を有するユーロピウム付活クロロ燐酸塩蛍光体が挙げられる。

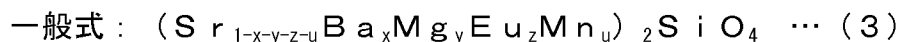


(式中、x、y、及びzは $0 \leq x < 0.5$ 、 $0 \leq y < 0.1$ 、 $0.005 < z < 0.1$ を満足する数である)

[0021] 緑色蛍光体としては、発光のピーク波長が490～575nmの範囲の蛍光体がいられ、例えば式(2)で表される組成を有するユーロピウム及びマンガン付活アルミン酸塩蛍光体や式(3)で表される組成を有するユーロピウム及びマンガン付活珪酸塩蛍光体が挙げられる。



(式中、x、y、z、及びuは $0 \leq x < 0.2$ 、 $0 \leq y < 0.1$ 、 $0.005 < z < 0.5$ 、 $0.1 < u < 0.5$ を満足する数である)



(式中、x、y、z、及びuは $0.1 \leq x \leq 0.35$ 、 $0.025 \leq y \leq 0.105$ 、 $0.025 \leq z \leq 0.25$ 、 $0.0005 \leq u \leq 0.02$ を満足する数である)

[0022] 赤色蛍光体としては、発光のピーク波長が620～780nmの範囲の蛍光体がいられ、例えば式(4)で表される組成を有するユーロピウム付活酸硫化物蛍光体や式(5)で表される組成を有するユーロピウム付活窒化物蛍光体が挙げられる。



(式中、MはSb、Sm、Ga、及びSnから選ばれる少なくとも1種の元素を示し、x及びyは $0.01 < x < 0.15$ 、 $0 \leq y < 0.03$ を満足する数である)



(式中、 x 及び y は $0 \leq x < 0.4$ 、 $0 < y < 0.5$ を満足する数である)

[0023] 半導体発光素子 3 と蛍光体層 4 の間には、図 3 に示すように、蛍光体を含有しない透明なシリコン樹脂層 7 を介在させてもよい。この場合、半導体発光素子 3 は透明なシリコン樹脂層 7 で覆われている。蛍光体層 4 は透明なシリコン樹脂層 7 上に配置されている。半導体発光素子 3 と蛍光体層 4 との間に透明なシリコン樹脂層 7 を介在させることによって、半導体発光素子 3 の発光効率が向上する。すなわち、透明なシリコン樹脂層 7 を介在させた場合、半導体発光素子 3 から出射された光が蛍光体層 4 で反射したとしても、半導体発光素子 3 に吸収されて損失する確率が小さくなり、これにより光の利用効率、言い換えると発光装置 1 の発光効率を高めることが可能となる。

[0024] 透明なシリコン樹脂層 7 の厚さ（半導体発光素子 3 の上面上における厚さ T_2 ）は、例えば $0.5 \sim 5 \text{ mm}$ の範囲とすることが好ましい。透明なシリコン樹脂層 7 の厚さ T_2 が 0.5 mm 未満であると、その配置効果を十分に得ることができないおそれがある。透明なシリコン樹脂層 7 の厚さ T_2 が 5 mm を超えると光の吸収が生じるおそれがある。発光装置 1 自体の大きさを考慮しても、透明なシリコン樹脂層 7 の厚さ T_2 は 5 mm 以下とすることが好ましい。この際の蛍光体層 4 の厚さ T_1 は、上述したように半導体発光素子 3 の上面上で $0.1 \sim 2 \text{ mm}$ の範囲であることが好ましい。

[0025] ところで、紫外発光の半導体発光素子 3 と BGR 蛍光体とを組合せた発光装置 1 では、紫外光が漏れ出すことを抑制するために、蛍光体層 4 の厚さ T_1 を例えば $0.1 \sim 2 \text{ mm}$ というように厚くしている。これは発光装置 1 の発光効率を低下させる要因となる。さらに、BGR 蛍光体を含有する蛍光体層 4 は、単色の蛍光体を用いた場合に比べた蛍光体粒子の分散量が増加し、蛍光体粒子自体が光を散乱させる要因となるため、発光装置 1 の光の取出し効率（発光効率）が低下しやすい。

[0026] このような点に対して、紫外発光の半導体発光素子 3 と BGR 蛍光体とを組合せた発光装置 1 では、図 1 や図 2 に示したような装置構造（リフレクタ

を排除した構造）が発光効率の点から有利である。蛍光体層 4 に関しては、紫外光や熱に対する耐劣化性に優れるシリコン樹脂層 5 で構成することが好ましい。ただし、シリコン樹脂層 5 は紫外光や熱に対する耐劣化性に優れる反面、アルミナ基板 2 との接着性が低いという難点を有している。シリコン樹脂層 5 に剥離が生じると、ワイヤーの断線等による不点灯不良を招くことになる。これは発光装置 1 の取扱い性を低下させる要因となる。

[0027] そこで、この実施形態の発光装置 1 においては、吸水率が 5 ～ 60 % の範囲のアルミナ基板 2 を用いている。このような適度な吸水率を有するアルミナ基板 2 を用いることによって、シリコン樹脂層 5 の密着強度が向上する。具体的には、アルミナ基板 2 とシリコン樹脂層 5 との密着強度を 1 N (100 g f) 以上とすることが可能となる。アルミナ基板 2 の吸水率は、E M A S - 9 1 0 1 に開示される吸水率評価手法により測定した値を示すものとする。アルミナ基板 2 とシリコン樹脂層 5 との密着強度は、シリコン樹脂層 5 (蛍光体層 4) を側面からテンションゲージで押し、シリコン樹脂層 5 (蛍光体層 4) が剥離した際の押力を示すものとする。

[0028] 吸水率が 5 % 以上のアルミナ基板 2 によれば、シリコン樹脂が適度に浸み込むため、シリコン樹脂層 5 の密着強度を高めることができる。アルミナ基板 2 の吸水率が 5 % 未満の場合には、シリコン樹脂の浸み込みが弱く、十分な密着強度を得ることができない。ただし、アルミナ基板 2 の吸水率が 60 % を超えるとシリコン樹脂が浸み込みすぎて、シリコン樹脂層 5 (蛍光体層 4) を所定形状に成形することが困難となる。アルミナ基板 2 の吸水率は 20 ～ 50 % の範囲であることがより好ましい。

[0029] アルミナ基板 2 の吸水率は、例えば基板焼成時の焼成温度を変化させることにより調整することができる。具体的には、アルミナ基板 2 の形成材料等に応じて、基板焼成時の温度を 1100 ～ 1500 °C の範囲で適宜に調整することによって、適度な吸水率 (5 ～ 60 % の範囲) を有するアルミナ基板 2 を得ることができる。

[0030] 上述したアルミナ基板 2 を使用することによって、発光装置 1 のアルミナ

基板 2 とシリコン樹脂層 5 との密着強度を 1 N 以上とすることができる。半導体発光素子 3 と蛍光体層 4 との間に透明なシリコン樹脂層 7 を介在させる場合も同様であり、アルミナ基板 2 と透明なシリコン樹脂層 7 との密着強度を 1 N 以上とすることができる。このように、アルミナ基板 2 とシリコン樹脂層 5 や透明なシリコン樹脂層 7 との密着強度を 1 N 以上とすることによって、発光装置 1 の取扱い性が向上する。すなわち、取扱い時におけるシリコン樹脂層 5、7 の剥離が抑制される。従って、シリコン樹脂層 5、7 の剥離による不点灯や装置破壊を再現性よく抑制することが可能となる。

[0031] さらに、発光装置 1 はその構造（アルミナ基板 2 上に半導体発光素子 3 と蛍光体層 4 のみを配置した構造）に基づいて良好な発光効率を有している。よって、信頼性と発光効率に優れる発光装置 1 を提供することが可能となる。この実施形態の構成は、発光ピーク波長が 360～440 nm の範囲の半導体発光素子 3 と BGR 又は BYR 蛍光体とを組合せた発光装置 1 に好適である。その理由は上述した通りである。ただし、このような発光装置 1 に限定されるものではない。この実施形態の構成は、アルミナ基板 2 とシリコン樹脂層 5 とを用いた各種の発光装置 1 に適用可能であり、そのような場合にも発光装置 1 の信頼性を高めることができる。

[0032] この実施形態の発光装置 1 は、例えば以下のようにして作製される。まず、蛍光体粉末を含む蛍光体スラリーを調製する。蛍光体スラリーは、例えば蛍光体粉末を液状のシリコン樹脂と混合して調製される。蛍光体とシリコン樹脂との混合比は、蛍光体の種類や粒径により適宜に選択されるが、例えば蛍光体を 100 質量部としたとき、シリコン樹脂量は 5～100 質量部の範囲とすることが好ましい。蛍光体の種類や混合比等は目的とする発光色に応じて任意に設定される。

[0033] 次に、半導体発光素子 3 上に蛍光体スラリーを塗布し、蛍光体スラリー中のシリコン樹脂を硬化させて蛍光体層 4 を形成する。透明なシリコン樹脂層 7 を適用する場合には、まず半導体発光素子 3 に液状のシリコン樹脂

を塗布し、これを硬化させて透明なシリコン樹脂層 7 を形成する。その上から蛍光体スラリーを塗布し、蛍光体スラリー中のシリコン樹脂を硬化させて蛍光体層 4 を形成する。このようにして発光装置 1 を作製する。液状のシリコン樹脂や蛍光体スラリーの塗布方法としては、ディスペンサを用いた塗布法、あるいは印刷法や射出成型法等を使用することができる。

実施例

[0034] 次に、実施例及びその評価結果について述べる。

[0035] (実施例 1)

まず、青色蛍光体として平均粒径が $12\ \mu\text{m}$ の Eu 付活クロロ燐酸塩 ($(\text{Sr}_{0.59}\text{Ba}_{0.39}\text{Ca}_{0.01}\text{Eu}_{0.01})_5(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{Cl}$) 蛍光体、緑色蛍光体として平均粒径が $15\ \mu\text{m}$ の Eu 及び Mn 付活珪酸塩 ($(\text{Sr}_{0.7}\text{Ba}_{0.15}\text{Mg}_{0.0975}\text{Eu}_{0.05}\text{Mn}_{0.0025})_2\text{SiO}_4$) 蛍光体、赤色蛍光体として平均粒径が $12\ \mu\text{m}$ の Eu 付活酸硫化ランタン ($(\text{La}_{0.938}\text{Eu}_{0.06}\text{Sm}_{0.002})_2\text{O}_2\text{S}$) 蛍光体を用意した。これら蛍光体をそれぞれシリコン樹脂に 60 質量%の割合で混合して蛍光体スラリーを調製した。これら蛍光体スラリーを発光色温度が $4200 \sim 4300\text{K}$ の範囲となるように、青色蛍光体スラリーを 52 質量%、緑色蛍光体スラリーを 3 質量%、赤色蛍光体スラリーを 45 質量%の割合で混合した。

[0036] 次に、吸水率が 5.5% のアルミナ基板 (形状: $8 \times 3 \times 0.38\text{mm}$) を用意した。このアルミナ基板は基板焼成時の温度を 1480°C とすることにより吸水率を 5.5% に調整したものである。Ag ペーストを使用してアルミナ基板の表面にダイパッドと配線パターンを形成した後、発光ピーク波長が 405nm の LED チップを 3 個実装した。3 個の LED チップは直列に接続した。これら LED チップ上に上記した蛍光体スラリーを、図 2 に示したようにオーバル柱状に塗布し、これを 140°C の温度で熱処理してシリコン樹脂を硬化させることによって、長径が 6.4mm 、短径が 2.5mm 、厚さ T1 が 2mm の蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0037] (実施例 2 ~ 3)

吸水率が 11% のアルミナ基板 (実施例 2) と吸水率が 52% のアルミナ基板 (実施例 3) とを使用する以外は、それぞれ実施例 1 と同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0038] (実施例 4)

吸水率が 11% のアルミナ基板 (形状: $8 \times 6.5 \times 0.38$ mm) を用意した。Ag ペーストを使用してアルミナ基板の表面にダイパッドと配線パターンを形成した後、発光ピーク波長が 405 nm の LED チップを 6 個実装した。6 個の LED チップは直並列に接続した。これら LED チップ上に実施例 1 で調製した蛍光体スラリーを、図 1 に示したように半球状に塗布し、これを 140°C の温度で熱処理してシリコン樹脂を硬化させることによって、直径が 6.0 mm、厚さ T1 が 3 mm の蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0039] (実施例 5 ~ 6)

吸水率が 41% のアルミナ基板 (実施例 5) と吸水率が 58% のアルミナ基板 (実施例 6) とを使用する以外は、それぞれ実施例 4 と同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0040] (実施例 7)

吸水率が 11% のアルミナ基板に 6 個の LED チップを実装した後、蛍光体を含まないシリコン樹脂を塗布した。次いで、実施例 4 と同様に、実施例 1 で調製した蛍光体スラリーを塗布した。これを 140°C の温度で熱処理してシリコン樹脂を硬化させることによって、透明なシリコン樹脂層と蛍光体層との二層構造を有する発光装置を作製した。透明なシリコン樹脂層の厚さ T2 は 3 mm、蛍光体層の厚さ T1 は 0.5 mm とした。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0041] (実施例 8 ~ 9)

吸水率が41%のアルミナ基板（実施例8）と吸水率が58%のアルミナ基板（実施例9）とを使用する以外は、それぞれ実施例7と同様にして透明なシリコン樹脂層と蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0042] （比較例1）

吸水率が実質的に0%のアルミナ基板を使用する以外は、実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0043] （比較例2）

吸水率が実質的に0%の窒化アルミニウム基板を使用する以外は、実施例1と同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。なお、窒化アルミニウム基板の表面には、Ag薄膜を蒸着して配線パターンを形成し、さらにAuSn半田を蒸着してダイパッドを形成した。

[0044] （比較例3）

吸水率が実質的に0%のアルミナ基板を使用する以外は、実施例4と同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0045] （比較例4）

吸水率が実質的に0%の窒化アルミニウム基板を使用する以外は、実施例4と同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。なお、窒化アルミニウム基板の表面には、Ag薄膜を蒸着して配線パターンを形成し、さらにAuSn半田を蒸着してダイパッドを形成した。

[0046] （比較例5）

吸水率が2%のアルミナ基板を使用する以外は、実施例1同様にして蛍光体層を形成した。このようにして得た発光装置を後述する特性評価に供した。

[0047] 実施例 1 ～ 9 及び比較例 1 ～ 5 の白色発光装置に電流を流して点灯させ、各白色発光装置の発光効率、色温度、平均演色評価数 R_a を測定した。蛍光体層が円柱状の装置には 20 mA の電流を流し、蛍光体層が半球状の装置には 120 mA の電流を流して評価した。前述した方法にしたがってシリコーン樹脂層（蛍光体層）の密着強度を測定した。実施例 7 ～ 9 については、透明なシリコーン樹脂層と蛍光体層との積層膜の密着強度を測定した。これらの測定・評価結果を表 1 に示す。

[0048] [表1]

	基板		樹脂層	蛍光体層 の形状	密着 強度 (N)	発光 効率 (lm/W)	色温度 (K)	平均演色 評価数 R_a
	種類	吸水率 (%)						
実施例 1	アルミナ	5.5	シリコーン	柱状体	4.5	62	4230	95.2
実施例 2	アルミナ	11	シリコーン	柱状体	5.3	60	4228	94.6
実施例 3	アルミナ	52	シリコーン	柱状体	8.2	61	4233	93.2
実施例 4	アルミナ	11	シリコーン	半球状	5.4	60	4254	94.6
実施例 5	アルミナ	41	シリコーン	半球状	7.5	59	4230	93.7
実施例 6	アルミナ	58	シリコーン	半球状	8.7	61	4251	93.0
実施例 7	アルミナ	11	シリコーン	半球状 (二層構造)	5.3	64	4230	93.1
実施例 8	アルミナ	41	シリコーン	半球状 (二層構造)	7.5	63	4235	93.2
実施例 9	アルミナ	58	シリコーン	半球状 (二層構造)	8.8	64	4240	93.1
比較例 1	アルミナ	0	シリコーン	柱状体	0.4	45	4261	93.4
比較例 2	AlN	0	シリコーン	柱状体	0.4	59	4259	93.4
比較例 3	アルミナ	0	シリコーン	半球状	0.5	40	4235	93.4
比較例 4	AlN	0	シリコーン	半球状	0.5	58	4240	93.6
比較例 5	アルミナ	2	シリコーン	半球状	0.8	55	4242	93.7

[0049] 表 1 から明らかなように、実施例 1 ～ 9 による白色発光装置は比較例 1 ～ 5 に比べて基板とシリコーン樹脂層との密着強度が高い。さらに、実施例 1 ～ 9 による白色発光装置は発光効率に優れ、色温度や平均演色評価数 R_a にも優れることが分かる。

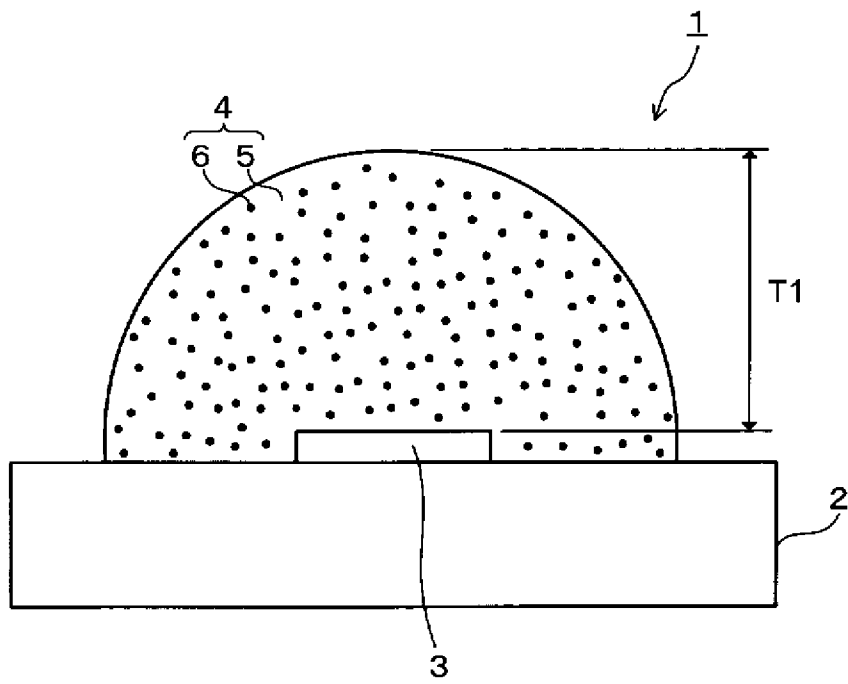
請求の範囲

- [請求項1] 平板状のアルミナ基板と、
 前記アルミナ基板上に実装された半導体発光素子と、
 前記半導体発光素子の上面及び側面を覆うように設けられたシリコーン樹脂層と、前記シリコーン樹脂層中に分散され、前記半導体発光素子から出射された光により励起されて可視光を発光する蛍光体とを備える蛍光体層とを具備し、
 前記アルミナ基板は5%以上60%以下の吸水率を有し、かつ前記アルミナ基板と前記シリコーン樹脂層との密着強度が1N以上であることを特徴とする発光装置。
- [請求項2] 請求項1記載の発光装置において、
 前記蛍光体層の全表面から前記可視光が取り出されることを特徴とする発光装置。
- [請求項3] 請求項1記載の発光装置において、
 前記半導体発光素子はピーク波長が360nm以上440nm以下の範囲の前記光を出射することを特徴とする発光装置。
- [請求項4] 請求項1記載の発光装置において、
 前記半導体発光素子はピーク波長が360nm以上410nm以下の範囲の前記光を出射することを特徴とする発光装置。
- [請求項5] 請求項1記載の発光装置において、
 前記半導体発光素子は発光ダイオード又はレーザダイオードであることを特徴とする発光装置。
- [請求項6] 請求項3記載の発光装置において、
 前記蛍光体層は青色蛍光体、緑色蛍光体、及び赤色蛍光体を備え、前記半導体発光素子から出射された前記光により励起されて白色光を発光することを特徴とする発光装置。
- [請求項7] 請求項1項記載の発光装置において、
 前記シリコーン樹脂層の前記半導体発光素子の前記上面上における

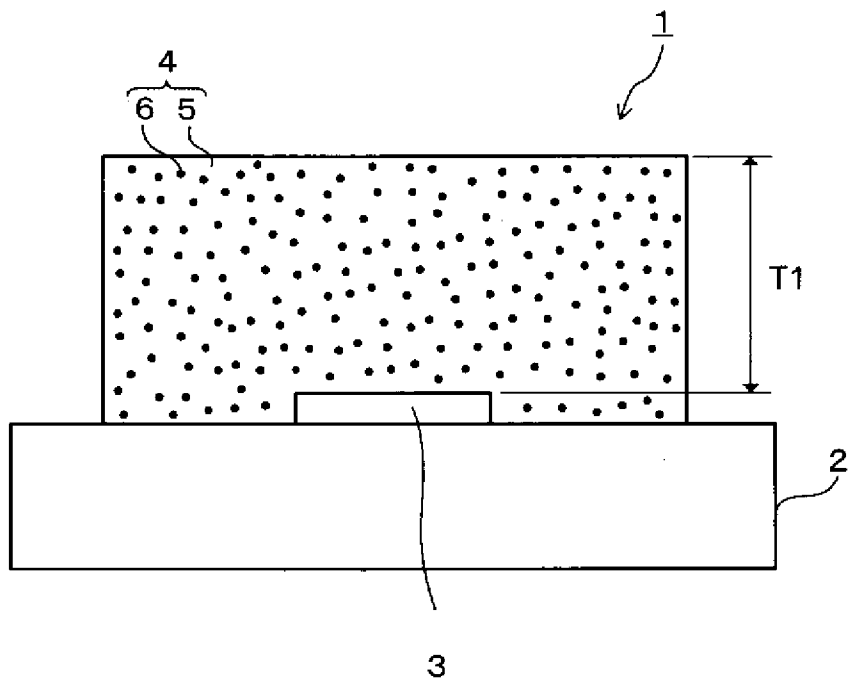
厚さが0.1 mm以上2 mm以下の範囲であることを特徴とする発光装置。

- [請求項8] 請求項1記載の発光装置において、
前記シリコン樹脂層は、前記半導体発光素子全体を覆うように、
前記アルミナ基板上に半球状、円柱状、又はオーバル柱状に設けられていることを特徴とする発光装置。
- [請求項9] 請求項1記載の発光装置において、
前記アルミナ基板上には、複数の前記半導体発光素子が実装されていることを特徴とする発光装置。
- [請求項10] 請求項1記載の発光装置において、
さらに、前記半導体発光素子と前記蛍光体層との間に介在され、前記蛍光体を含有しない透明なシリコン樹脂層を具備することを特徴とする発光装置。
- [請求項11] 請求項10記載の発光装置において、
前記アルミナ基板と前記透明なシリコン樹脂層との密着強度が1 N以上であることを特徴とする発光装置。
- [請求項12] 請求項10項記載の発光装置において、
前記透明なシリコン樹脂層の前記半導体発光素子の前記上面上における厚さが0.5 mm以上5 mm以下の範囲であることを特徴とする発光装置。

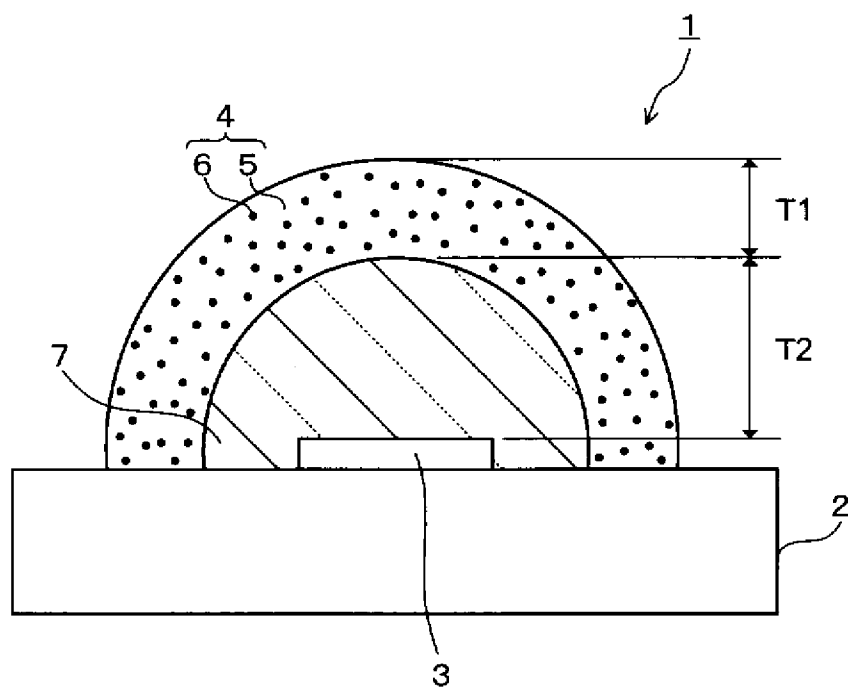
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L33/48(2010.01) i, H01S5/022(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L33/00-33/64, H01S5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-252219 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 15 September 2005 (15.09.2005), paragraphs [0002] to [0071]; fig. 1 to 7 & US 2005/0173708 A1	1-12
A	WO 2009/037848 A1 (Toshiba Materials Co., Ltd.), 26 March 2009 (26.03.2009), paragraphs [0001] to [0041]; fig. 1 to 4 & US 2010/0237361 A1 & KR 10-2010-0068446 A	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 May, 2011 (25.05.11)

Date of mailing of the international search report
07 June, 2011 (07.06.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L33/48(2010.01)i, H01S5/022(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L33/00-33/64, H01S5/00-5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-252219 A (豊田合成株式会社) 2005.09.15, 【0002】 - 【0071】欄、図1-7 & US 2005/0173708 A1	1-12
A	WO 2009/037848 A1 (東芝マテリアル株式会社) 2009.03.26, [0001] - [0041] 欄、図1-4 & US 2010/0237361 A1 & KR 10-2010-0068446 A	1-12

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 6 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

土屋 知久

2 K

8 8 2 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 5